



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 199 17 726 C 1

51 Int. Cl. 7:
A 44 B 18/00

21 Aktenzeichen: 199 17 726.0-26
22 Anmeldetag: 20. 4. 1999
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 1. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

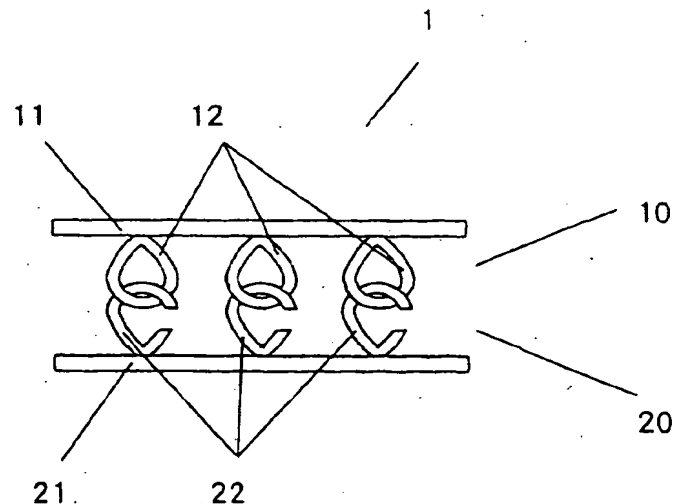
73 Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Voggenreiter, Heinz, Dr., 81545 München, DE;
Hornbergsmeier, Elke, 85659 Forstern, DE; Eipper,
Konrad, 72108 Rottenburg, DE; Fußnegger,
Wolfgang, 72074 Tübingen, DE; Weller, Martin,
74427 Fichtenberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-OS 19 11 044
US 27 17 437

54 Lösbarer Verschuß

57 Lösbarer Verschuß aus trennbaren Klettelementen, die an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisen, die sich beim Zusammenfügen der Klettelemente gegenseitig verhaken und die Klettelemente zusammenhalten, und die Verhakungselemente aus einem Material bestehen, das bei Einwirkung von Wärme eine Formänderung durchführt, wobei das Material eine Formgedächtnislegierung ist. Weitere Verschlüsse aus trennbaren Klettelementen bestehen aus Materialien, die bei elektromagnetischer Strahlung oder bei Einwirkung von elektromagnetischen Feldern eine Formänderung durchführen.



DE 199 17 726 C 1

DE 199 17 726 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen lösbaren Verschluss aus trennbaren, an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisende Klettelementen, wobei sich beim Zusammenfügen der Klettelemente die Verhakungselemente gegenseitig verhaken und die Klettelemente zusammenhalten und die Verhakungselemente aus einem bei Einwirkung von Wärme eine Formänderung durchführendes Material bestehen.

In vielen Bereichen der Technik werden lösbare Verschlüsse eingesetzt, um Teile nicht dauerhaft miteinander zu verbinden. Hierdurch entsteht die Möglichkeit, Teile fest zu fixieren, aber dennoch wieder lösen zu können.

DE-OS 19 11 044 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindungsvorrichtung nach Art eines Klettbandes, bei dem die Verhakungselemente über Wärmeeintrag verformt werden können und aus einem Bimetallfaden hergestellt sind.

Nachteilig zeigt sich bei einer derartigen Verbindungsvorrichtung, daß der Bimetallfaden zur Bildung einer widerhakenartigen Struktur mit einer bestimmten Ausrichtung der beiden Metallseiten versehen werden muß, da ein Bewegen des Fadens nur senkrecht zur Kontaktfläche der beiden Metalle möglich ist. Somit muß schon bei der Herstellung der Vorrichtung auf die Ausrichtung des Fadens geachtet werden, was einem erhöhten Fertigungsaufwand gleichkommt. Außerdem muß ein Material verarbeitet werden, welches gleichzeitig zwei unterschiedliche Materialeigenschaften vereint, weshalb bei der Fertigung auch diese beiden beachtet werden müssen. Hinzu kommt, daß die Verhakungskraft der Verhakungsfäden bei Verwendung von Bikomponentenfäden bei hoher Belastung schnell überschritten wird, wodurch sich der Verschluss löst.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen lösbaren Verschluss anzugeben, der sich bei definierter Einwirkung von Wärme öffnen und schließen läßt, bei dem ein einfaches und kostengünstiges Herstellungsverfahren gewährleistet ist und bei dem die Verhakungselemente eine große Schließkraft aufweisen.

Zur Lösung der Aufgabe ist ein lösbarer Verschluss der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß das Material eine Formgedächtnislegierung ist.

Durch die Verwendung nur eines einzigen Materials für die Verhakungselemente ist keine Ausrichtung der Elemente und keine besondere Herstellprozedur mehr notwendig.

Die Wärme kann dadurch in die Verhakungselemente eingebracht werden, daß die Bauteile oder die Klettelemente indirekt beheizt werden. Vorteilhafterweise entsteht die Wärme jedoch mittels Stromfluß durch die zu verändernden Verhakungselemente. Der Widerstand den die Verhakungselemente dem Stromfluß entgegenstellen, führt zu einer Umsetzung des Stromes in joulesche Wärme; die zur Aufheizung der Elemente führt. Diese Aufheizung bewirkt die Formöffnung der Verhakungselemente.

Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf einen lösbaren Verschluss aus trennbaren, an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisende Klettelementen, wobei sich beim Zusammenfügen der Klettelemente die Verhakungselemente gegenseitig verhaken und die Klettelemente zusammenhalten.

Aus US 2,717,437 geht ein lösbarer Verschluss als bekannt hervor, der aus zwei Klettelementen besteht, die eine große Anzahl flexibler Verhakungselemente aufweisen, die sich beim Zusammenpressen der Klettelemente miteinander verhaken. Auf diese Weise entsteht eine Vielzahl von Verbindungen zwischen den Verhakungselementen der beiden

Klettelemente, die zu einer starken Fixierung der Klettelemente untereinander führt. Diese Art von Verschlüssen ist auch bekannt als Klettverschluss und findet häufig Verwendung im Bereich der Bekleidungsindustrie.

Nachteilig zeigt sich bei derartigen lösbaren Verschlüssen, daß die Verbindung nur gelöst werden kann, indem die Klettelemente voneinander abgeschält werden, und Scherkräfte auf die Verhakungselemente wirken. Die elastische Ausgestaltung der Verhakungselemente verhindert zum einen, daß diese hierbei aus den Klettelementen herausgelöst werden und unterstützt zum anderen die Trennung. So können die Verhakungselemente aufgebogen werden, um gegenüberliegende Verhakungselemente aus der Verhakung rutschen zu lassen. Bei einem gattungsgemäßen Verschluss ist eine Trennung der Verbindung nur möglich, wenn zumindest eines der zu verbindenden Bauteile biegeweich ist oder die Bauteile voneinander geschert werden können. Ein Trennen der Bauteile in eine Richtung senkrecht zur Oberfläche, wie es bei biegesteifen nicht gegeneinander kippbaren Bauteilen vorkommt, ist nur mit einem übermäßigem Kraftaufwand möglich, der den lösbaren Verschluss meistens gleichzeitig zerstört.

Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, einen lösbaren Verschluss nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3 dahingehend weiterzuentwickeln, daß er ohne Anwendung großer Scherkräfte gezielt gelöst werden kann. Weiterhin soll eine Trennung des Verbundes auch senkrecht zur Oberfläche möglich sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist der lösbare Verschluss erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Verhakungselemente aus einem Material bestehen, das bei Einwirkung von elektromagnetischer Strahlung eine Formänderung durchführt.

Mit dem erfindungsgemäßen lösbaren Verschluss ist ein Lösen der mit diesem zusammengehaltenen Bauteilen möglich, ohne daß über schälende Abreißbewegungen Scherkräfte aufzubringen sind. Dies ermöglicht ein Abheben der Bauteile in Richtung der Oberflächennormalen. Außerdem ist es nicht mehr notwendig, daß ein Bauteil biegeweich ist. Durch die Möglichkeit einer definierten Lösung der Verhakung ist zum anderen der erforderliche Kraftaufwand auf ein Minimum reduziert, da es nicht mehr notwendig ist, Energie für die Verformung der elastischen Verhakungselemente bis zur endgültigen Trennung aufzubringen.

Als Materialien für die Verhakungselemente können bei beiden Erfindungsgegenständen Dehnstoffelemente eingesetzt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die Verhakungselemente aber aus einer Formgedächtnislegierung.

Formgedächtnislegierungen bieten im Vergleich zu konventionellen Strukturwerkstoffen zusätzlich besondere Eigenschaften, die es ermöglichen sie in dem angesprochenen Umfeld einzusetzen. Aufgrund des Erinnerungsvermögens an eine bestimmte Form in der Tieftemperaturphase Martensit und in der Hochtemperaturphase Austenit können Formänderungen über einen vorher eingestellten Temperaturbereich über hohe Zyklenzahlen realisiert werden.

Bei der Phasenumwandlung Austenit/Martensit und der damit verbundenen Formänderung können zwei Effekte ausgenutzt werden. Über den Einwegeffekt beginnt sich ein Verhakungselement aus einer Formgedächtnislegierung, welches im Temperaturbereich, in dem die Legierung in der martensitischen Phase vorliegt, zugebogen, also plastisch verformt wurde, bei Erwärmung über die Temperatur, bei der die Umwandlung zur austenitischen Phase beginnt, wieder zu öffnen. Die Legierung beginnt sich, an die ursprüngliche Form zu "erinnern", so daß eine gezielte Formänderung über Wärmezufuhr durchgeführt wird, die eine Verha-

kung löst. Damit wird es möglich, die lösbare Verbindung einmalig gezielt in der gewünschten Form zu öffnen.

Vorteilhaft ist es, den Verhakungselementen aus Formgedächtnislegierungen Umformungen über ein sogenanntes "Training" einzuprägen, welches es ermöglicht, daß sich die Verhakungselemente sowohl in der austenitischen Phase, als auch in der martensitischen Phase an eine bestimmte Form erinnern. Hierbei ist ein offenes Verhakungselement und ein geschlossenes Verhakungselement denkbar. Hierzu werden dem aus einer Gedächtnislegierung bestehenden Verhakungselement Versetzungsstrukturen eingepreßt, indem die Legierung über das Martensitplateau hinaus verformt wird. Diese führen die Legierung auch beim Abkühlen in die gewollte Form zurück. Auf diese Weise kann die lösbare Verbindung mehrmals zyklisch gelöst oder gefügt werden, indem die Temperatur der Verhakungselemente den Anforderungen nach erhöht oder gesenkt wird. Somit wird nicht nur ein gezieltes Lösen sondern auch ein aktives Zusammenfügen möglich, wenn es die Umstände erfordern, wie dies z. B. nach einem exakten Positionieren der Bauteile der Fall ist.

Als Formgedächtnislegierungen für die Verhakungselemente kommen eine Vielzahl von Materialien in Frage, wie z. B. spezielle Legierungen aus Kupfer, Zink und Aluminium oder Eisen, Mangan und Silizium. Die Verwendung richtet sich hier nach dem Temperaturbereich, in welchem der lösbare Verschluß eingesetzt werden soll, und nach der Temperatur, bei dem die Formänderung einsetzt und somit die Lösung des Verschlusses durchgeführt wird. Vorteilhafterweise aber besteht die Formgedächtnislegierung aus einer Nickel-Titan-Legierung, die aus 49,9 At% Nickel und 50,1 At% Titan besteht. Der Vorteil dieser Legierung liegt in der kommerziellen Verfügbarkeit, dem großen Temperatureinsatzbereich und der hohen Anzahl an thermischen Zyklen, die mit diesem Material gefahren werden können.

Erfindungsgemäß besteht eine weitere Lösung der Aufgabe darin, daß bei einem lösbaren Verschluß nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7 die Verhakungselemente aus einem Material bestehen, das bei Einwirkung von elektromagnetischen Feldern eine Formänderung durchführt.

Als Materialien hierfür kommen besonders elektro- und magnetostriktive Festkörper wie z. B. Piezokeramiken oder polymere Werkstoffe zum Einsatz.

Vorzugsweise wird durch den Grad der Formänderung, die durch Einwirkung von Wärme, elektromagnetischer Strahlung und elektromagnetischen Feldern hervorgerufen wird, die Verhakung der Verhakungselemente aufgehoben. Hierbei werden die Bereiche der Verhakungselemente, die den gegenüberliegenden Verhakungselementen der anderen Klettelemente Widerstand leisten und somit die Verbindung hervorrufen, soweit geändert, daß die Verhakungselemente ohne großen Kraftaufwand voneinander getrennt werden können.

Die Formgebung der Verhakungselemente ist so zu wählen, daß gewährleistet ist, daß sich die Verhakungselemente der beiden Klettelemente beim Zusammenfügen gegenseitig verhaken und damit die Klettelemente zueinander fixiert werden.

Bevorzugt sind die Verhakungselemente des einen Klettelementes aber hakenförmig und die des anderen Klettelementes ösenförmig ausgebildet. Durch eine derartige Ausführungsform ist beim Zusammenpressen der Klettelemente ein besonders leichtes Verhaken gewährleistet, da sich die hakenförmigen Verhakungselemente leicht in die ösenförmigen Verhakungselemente verfängen, was zu Fixierung der Elemente untereinander und somit zum Zusammenschluß führt. Auf beiden Seiten der Klettelemente können auch hakenförmige Verhakungselemente angebracht sein,

die sich untereinander verhaken.

Vorzugsweise ist die Anzahl der ösenförmigen Verhakungselemente pro Flächeneinheit auf einem Klettelement höher als die Anzahl der hakenförmigen Verhakungselemente auf dem gegenüberliegenden Klettelement. Hierdurch wird gewährleistet, daß beim Zusammenbringen der Klettelemente eine große Anzahl von hakenförmigen Verhakungselemente einen Partner, d. h. ein ösenförmiges Verhakungselement, finden, um die Verbindung zwischen den Klettelementen am besten zu sichern. Dadurch wird die zum ungewollten Trennen der Klettelemente notwendige Kraft auf einem möglichst hohen Niveau gehalten. Diese Kraft ist ein Maß für die Güte des lösbaren Verschlusses, da dieser gegen ungewolltes Lösen durch äußere Krafteinflüsse gesichert sein muß.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Formänderung der ösenförmigen Verhakungselemente, die zu einem Lösen der Verhakung führt die Bildung eines Spaltes, so daß ein in diesem verfanges Verhakungselement des gegenüberliegenden Klettelementes herausgleiten kann. Diese Spaltbildung wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß die die Öse bildenden Ösenflügel stumpf aneinander geschlagen sind, oder sich im Bereich der zubildenden Spalte überlappen und sich während der Formänderung voneinander wegbewegen, um den Spalt zu bilden. Im Falle der hakenförmigen Verhakungselemente ist die die Verhakung lösende Formänderung eine Streckung des Hakenbogens, so daß ein in diesem verfanges Verhakungselement der Gegenseite ohne Kraftaufwand abgezogen werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus denen sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorzüge ergeben. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung zweier Verhakungselemente im unverschlossenen Zustand.

Fig. 2 die Verhakungselemente bei der Bildung eines lösbaren Verschlusses.

Fig. 3 den Verschluß beim aktiven Lösen bzw. beim aktiven Fügen

Bei der in Fig. 1 schematisch gezeigten Anordnung handelt es sich um einen Schnitt durch einen lösbaren Verschluß 1, der im vorliegenden Fall aus zwei Klettelementen 10, 20 besteht. Die Klettelemente 10, 20 umfassen zwei Flächengebilde 11, 21 und Verhakungselemente 12, 22, wobei diese am ersten Klettelement 10 ösenförmig und am zweiten Klettelement 20 hakenförmig ausgebildet sind.

In der hier vorliegenden Ausführungsform besitzt das erste Klettelement 10 eine höhere Flächendichte an ösenförmigen Verhakungselementen 12 als die Flächendichte an hakenförmigen Verhakungselementen 22 am zweiten Klettelement 20. Hierdurch wird gewährleistet, daß alle hakenförmigen Verhakungselemente 22 sich zumindest in einem ösenförmigen Verhakungselement 12 verfängen, wodurch die Klettelemente untereinander fixiert werden und der Kraftaufwand zum ungewollten Lösen des Verschlusses hoch wird. Das gesamte erste Klettelement 10 ist aus einer Polyamidfaser hergestellt, indem in einem Webprozeß aus dem Flächengebilde 11 viele kleine Schlingen gezogen wurden, die die ösenförmigen Verhakungselemente 12 bilden. Im zweiten Klettelement 20 besteht das Flächengebilde 21 ebenfalls aus einer gewebten Polyamidfaser, in die beim Herstellprozeß ein Draht aus einer Nickel-Titan-Legierung so eingewebt wurde, daß zunächst über das Klettelement hinausstehende Ösen entstehen, die in einem nachgeschalteten Prozeß an einer Seite aufgeschnitten werden, so daß hakenförmige Verhakungselemente 22 entstehen. Denkbar wäre hier auch ein Aufschneiden in der Mitte. Der Legierungsdraht hat einen Durchmesser von 0,2 mm und besteht

aus 49,9 At% Nickel und 50,1 At% Titan. Dieses Material ist eine Formgedächtnislegierung und dafür bekannt, daß es beim Übergang zwischen martensitischer und austenitischer Phase eine Formänderung durchmacht, die hier zum Öffnen der Verhakungselemente genutzt wird. Die Verhakungselemente 20 können aber auch aus anderen Formgedächtnislegierungen bestehen, so daß die lösbare Verbindung an unterschiedliche Temperaturbereiche angepaßt werden kann. Ebenso kann anstatt der hier verwendeten Polyamidfaser für das Klettelement 10 und das Flächengebilde 21 eine andere Faser benutzt werden. Insgesamt sind natürlich auch andere Materialien und Herstellmethoden möglich. So können die Flächengebilde 11, 21 aus einer Kunststoffplatte geformt und die Verhakungselemente 12, 22 eingegossen werden. Ebenso ist denkbar, die Verhakungselemente 11, 22 direkt in die Oberfläche der zu verbindenden Bauteile einzubringen, um die Flächengebilde in die Bauteile zu integrieren und Kosten einzusparen. Außerdem können auch die ösenförmigen Verhakungselemente 12 aus Metall oder einer Metallegerung bestehen. Diese Angaben sind nur als beispielhaft anzusehen, nicht jedoch als eine Beschränkung der Erfindung.

Beim Zusammendrücken der beiden Klettelemente 10, 20 verhaken sich die hakenförmigen Verhakungselemente 22 mit den ösenförmigen Verhakungselementen 12, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Sind die Klettelemente 10, 20 über die Flächengebilde 11, 21 an zwei Bauteilen befestigt, werden diese auf diesem Weg zusammengefügt. Die hakenförmigen Verhakungselemente 22 sind aufgrund ihres Materials biegesteif, so daß in diesem Stadium ein Trennen der Bauteile nur mit äußerst großem Kraftaufwand und nur über Scherkräfte quer zur Oberfläche zu bewerkstelligen ist.

Fig. 3 zeigt den Ablöseprozeß, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch Wärmeeinstrahlung bis zu einer Temperatur von ca. 90°C induziert wird. Dabei sind zwei Effekte ausnutzbar.

Beim sogenannten Einwegeffekt erinnert sich die in der martensitischen Struktur pseudoplastisch verformte Formgedächtnislegierung bei Erwärmung an ihre ursprüngliche Form und wandelt sich beim Übergang in die Hochtemperaturphase Austenit in ihren unverformten Zustand zurück. Die hier angesprochene plastische Verformung gelangt beim Webprozeß in die hakenförmigen Verhakungselemente 22, wenn aus dem ursprünglich geraden Legierungsdraht eine später aufgeschnittene Schlaufe geformt wird. Natürlich kann die Verformung auch auf andere Weise, abhängig vom Herstellprozeß, eingebracht werden. Beim Einwegeffekt verändert die Legierung und somit die hakenförmigen Verhakungselemente 22 ihre Form nicht noch einmal, so daß die Verbindung nicht mehr zu schließen ist und nur einmal verwendet werden kann, außer die hakenförmigen Verhakungselemente 22 werden über eine äußere Kraft, z. B. beim Zusammendrücken der Klettelemente 10, 20, wieder verformt.

Über den sogenannten Zwewegeffekt kann die Verbindung wie beim Einwegeffekt beschrieben gelöst und auch wieder für weitere Verbindungen verwendet werden. Außerdem ist ein aktives Fügen möglich. Der Zwewegeffekt beschreibt die Tatsache, daß sich eine Formgedächtnislegierung sowohl an eine bestimmte Form in der Hochtemperaturphase Austenit als auch an eine in der Tieftemperaturphase Martensit erinnern kann. Hierbei wird die Umwandlung der Formgedächtnislegierung durch mehrere Belastungszyklen, dem sogenannten "Training" eingeprägt. Dabei wird die Legierung in der martensitischen Phase über das Martensitplateau hinaus verformt, um auch plastische Formänderungen durch Versetzungen einzubringen. Beim Erwärmen geht aufgrund der Versetzungen nur ein Teil des

Formänderungsanteils zurück. Beim Abkühlen führen die vorliegenden plastischen Spannungsfelder um die Versetzungen zu Martensitvarianten, die die Legierung in die gewünschte Tieftemperaturform umwandeln. Die Verformung über das Martensitplateau hinaus wird auch hierbei im Webprozeß in die Verhakungselemente 22 eingebracht.

Durch Ausnutzung dieses Effektes kann die Verbindung über Erwärmung gelöst werden, indem sich die hakenförmigen Verhakungselemente 22 beim Erwärmen strecken. Beim Abkühlen formen sich die hakenförmigen Verhakungselemente 22 wieder zurück, so daß ein weiterer Fügevorgang möglich ist. Die Klettelemente 10, 22 können aber auch bei geöffneten hakenförmigen Verhakungselementen 22 zusammengefügt und dann abgekühlt werden, womit ein aktives mehrdimensionales Fügen möglich ist.

Natürlich ist der Einweg- bzw. Zwewegeffekt analog anzuwenden, wenn sich statt der hakenförmigen Verhakungselemente 22 die ösenförmigen Verhakungselemente 12 öffnen und die Verbindung freigeben, oder wenn auf beiden Klettelementen 10, 20 hakenförmige Verhakungselemente 22 verwendet werden.

Über die angesprochenen Möglichkeiten ist ein heim Klettverschluß bekanntes Fügen möglich, das eine sehr starke Bindung zwischen den zu fügenden Bauteilen bewirkt. Allerdings kommt hinzu, daß das Trennen der Bauteile durch Einstrahlung von Wärme aktiv gelöst wird, wodurch keine Kraft zum Trennen aufgewendet werden muß, und die notwendige Scherbewegung der zu lösenden Bauteile entfällt.

Patentansprüche

1. Lösbarer Verschluß aus trennbaren, an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisenden Klettelementen, wobei sich beim Zusammenfügen der Klettelemente die Verhakungselemente gegenseitig verhaken und die Klettelemente zusammenhalten und die Verhakungselemente aus einem bei Einwirkung von Wärme eine Formänderung durchführenden Material bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Material eine Formgedächtnislegierung ist.
2. Lösbarer Verschluß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärme durch elektrischen Strom in den Verhakungselementen entsteht.
3. Lösbarer Verschluß aus trennbaren, an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisenden Klettelementen, wobei sich beim Zusammenfügen der Klettelemente die Verhakungselemente gegenseitig verhaken und die Klettelemente zusammenhalten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verhakungselemente aus einem Material bestehen, das bei Einwirkung von elektromagnetischer Strahlung eine Formänderung durchführt.
4. Lösbarer Verschluß nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhakungselemente aus einer Formgedächtnislegierung bestehen.
5. Lösbarer Verschluß nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgedächtnislegierung in einer derartigen Form vorliegt, daß plastische Formänderungen durch Versetzungen im Gefüge vorliegen.
6. Lösbarer Verschluß nach Anspruch 1, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgedächtnislegierung aus 49,9 At% Nickel und 50,1 At% Titan besteht.
7. Lösbarer Verschluß aus trennbaren, an der zu verbindenden Oberfläche Verhakungselemente aufweisenden Klettelementen, wobei sich beim Zusammenfügen der Klettelemente die Verhakungselemente gegenseitig

verbaken und die Klettelemente zusammenhalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhakungselemente aus einem Material bestehen, das bei Einwirkung von elektromagnetischen Feldern eine Formänderung durchführt.

8. Lösbarer Verschuß nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grad der Formänderung der Verhakungselemente die Verhakung aufhebt.

9. Lösbarer Verschuß nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhakungselemente des einen Klettelementes hakenförmig und die des anderen ösenförmig oder auf beiden Seiten hakenförmig sind.

10. Lösbarer Verschuß nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der ösenförmigen Verhakungselemente pro Flächeneinheit größer ist als die Anzahl der hakenförmigen Verhakungselemente pro Flächeneinheit.

11. Lösbarer Verschuß nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Formänderung der ösenförmigen Verhakungselemente eine Spaltbildung und die der hakenförmigen Verhakungselemente eine Streckung ist.

12. Lösbarer Verschuß nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche zur Verbindung von Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die Klettelemente unlösbar an den Bauteilen angebracht sind.

13. Lösbarer Verschuß nach Anspruch 1 bis 6 zur Verbindung von Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhakungselemente direkt in die Oberfläche der Bauteile eingebracht sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

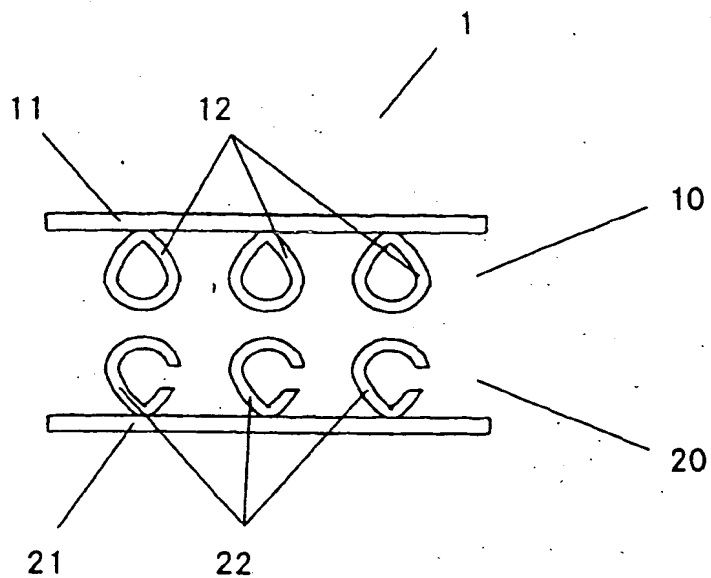


Fig. 2

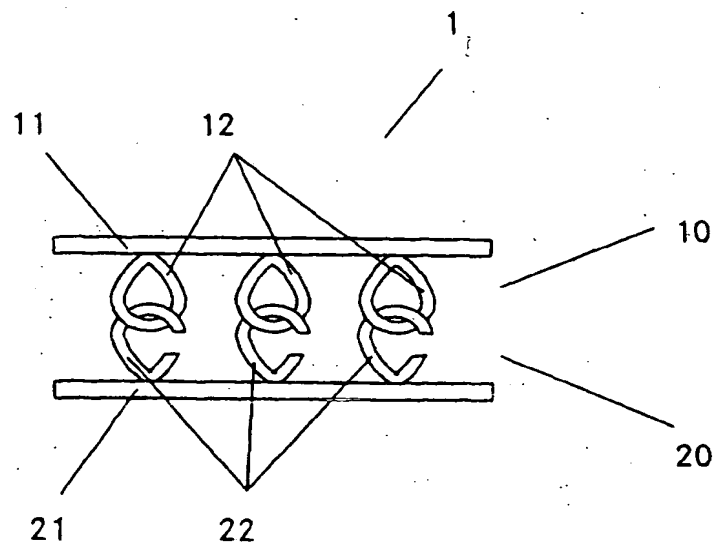


Fig. 3

